

А. Ю. Коняев, С. И. Фоминых,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РЕЦИКЛИНГ АЛЮМИНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ВЫШЕДШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

The amount of aluminium used in cars and light trucks is growing steadily. This article summarizes the use of aluminium alloys in transportation applications, the current auto recycling system and new developments in the sorting of metals by the metal recycling industry.

Текущий 2017 г. объявлен в Российской Федерации Годом экологии. В плане основных мероприятий по проведению Года экологии, утвержденном распоряжением Правительства РФ от 2 июня 2016 г. № 1082-р, значительное внимание уделяется сфере обращения с твердыми отходами, и в частности предусматривается существенное сокращение доли отходов, направляемых на захоронение. Достижение поставленной цели требует решения ряда первоочередных задач. К ним относятся и задачи, связанные с утилизацией автомобильного лома, который является одним из быстрорастущих многотоннажных видов твердых отходов, характеризующихся многообразием материалов [1, 2]. В последние годы были сделаны определенные шаги по созданию системы авторециклинга в РФ. В частности, в 2009 г. было принято постановление Правительства РФ «О проведении эксперимента по стимулированию приобретения новых автотранспортных средств взамен вышедших из эксплуатации и сдаваемых на утилизацию, и по созданию в РФ системы сбора и утилизации автотранспортных средств» (от 31 декабря 2009 г. № 1194). По итогам выполнения этого эксперимента в 2012 г. был принят Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон от 24.06.1998г. № 89–ФЗ «Об отходах производства и потребления», который установил с 1 сентября 2012 года требование – «за каждое колесное транспортное средство, ввозимое в Российскую Федерацию или произведенное, изготовленное в Российской Федерации, уплачивается утилизационный сбор в целях обеспечения экологической безопасности» и вышло Постановление Правительства РФ от 30 августа 2012 г. № 870 «Об утилизационном сборе в

отношении колесных транспортных средств», в котором утверждены правила взимания, исчисления и уплаты утилизационного сбора. ФГУП НАМИ разрабатываются документы, регламентирующие деятельность в сфере сбора и утилизации вышедших из эксплуатации транспортных средств [1, 2].

В то же время в стране практически нет современных производств по утилизации автомобильного лома. По данным [1] в мире действует более 700 заводов по утилизации автотранспортных средств, имеющих шредерные установки для фрагментации и дробления автомобилей (из них более 300 в Европе). В настоящее время коэффициент вторичной переработки в Европе в среднем составляет около 80–85 % от массы автомобиля, а коэффициент утилизации – 95 %. В нашей стране количество шредерных заводов можно пересчитать по пальцам одной руки.

В сложившейся ситуации появляется уникальная возможность создания в РФ новой эффективной индустрии авторециклинга на основе передового опыта развитых стран и с использованием передовых отечественных разработок. Используемые на шредерных заводах технологии позволяют перерабатывать кузова автомобилей даже с двигателем. При этом на этих заводах или на предприятиях, осуществляющих сбор вышедших из эксплуатации транспортных средств, предварительно производится частичный демонтаж автомобилей, предполагающий обязательное снятие ряда компонентов (аккумуляторные батареи, шины, масляные фильтры, газобаллонное оборудование, детали, содержащие ртуть и т. п.) и слив всех эксплуатационных жидкостей. В результате дробления автомобилей происходит уменьшение размеров и раскрытие материалов. При этом с измельченных фрагментов сбивается краска, ржавчина и другие загрязнения. После дробления производится разделение материалов по крупности. Крупные фракции (с размерами кусков более 60–65 мм) разбираются вручную, а мелкие поступают на механизированную обработку. Методом магнитной сепарации из смеси материалов извлекается черный металл. Затем с применением воздушной и электродинамической сепарации разделяются оставшиеся материалы: прежде

всего, цветные металлы отделяются от остальных отходов (окалина, краска, текстиль, стекло, полимеры, дерево, резина и др.).

Вышедшие из эксплуатации автотранспортные средства являются богатым источником вторичных материальных ресурсов. В автомобилях, поступающих на утилизацию в настоящее время, от 60 до 80 % массы приходится на стальные конструктивные узлы и детали. Поэтому стальной лом, получаемый в результате промышленной переработки выведенных из эксплуатации автомобилей, является основным товарным продуктом авторециклинга. В то же время в автомобильной промышленности существует тенденция к увеличению в конструкции машин доли легких сплавов (прежде всего, алюминия). Например, в автомобилях, выпущенных ОАО «АвтоВАЗ» до 2010 г. доля алюминиевых конструктивных узлов и деталей не превышает 5 % (по массе) [1]. К этому времени в автомобилях ведущих мировых автомобильных компаний доля алюминия достигает 20–30 % [3–4]. Замена стальных узлов алюминиевыми обусловлена необходимостью снижения массы автомобилей, что приводит к существенному снижению расхода топлива, повышению динамических свойств автомобилей и улучшению их экологических показателей. Например, по данным [4] на каждые 10 % снижения веса автомобиля может достигаться экономия топлива на уровне от 5 до 7 % и, соответственно, уменьшаются выбросы в атмосферу углекислого газа и других продуктов горения топлива.

Важно отметить, что расширяется список алюминиевых сплавов, применяемых в автомобилестроении. К традиционным алюминиевым деталям (детали моторов, корпуса коробок передач и т. п.), выполняемым из литейных алюминиевых сплавов (А359, А356, А361 и др.), добавляются алюминиевые конструкции, выполненные из деформируемых сплавов алюминия (АА6060, АА6061, АА6063, АА3003, АА5754 и др.).

Увеличение доли алюминия в автоломе требует совершенствования технологий извлечения его из смеси материалов, получаемых после дробления. За рубежом для этих целей предлагается несколько методов, чаще всего

тяжелосредняя и электродинамическая сепарация. При этом на многих шредерных заводах такие технологии еще не освоены. С учетом этого при развитии шредерных заводов в РФ можно использовать опыт разработки и создания электродинамических сепараторов, накопленный в УрФУ [5]. Разработки таких сепараторов проводятся на кафедре «Электротехника и электротехнологические системы» УрФУ. Созданы математические модели электродинамических сепараторов. В лаборатории кафедры имеются опытные установки электродинамической сепарации, которые позволяют опробовать различные технологические операции, в т. ч. возможности применения сепараторов для извлечения алюминиевых сплавов из автомобильном лома.

Некоторые результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2. Расчеты удельных электромагнитных усилий сепарации F_m , действующих на образцы крупностью 40 мм, показывают, что даже при работе сепараторов на стандартной частоте 50 Гц могут быть достигнуты усилия, превышающие минимально необходимые $F_m = 10\text{--}15$ Н/кг, для всех групп алюминиевых сплавов, встречающихся в автоломе (группа 1 – деформируемые сплавы со средней удельной электропроводностью $\gamma = 28$ МСм/м; группа 2 – литейные сплавы с $\gamma = 20$ МСм/м; группа 3 – литейные сплавы с $\gamma = 15$ МСм/м).

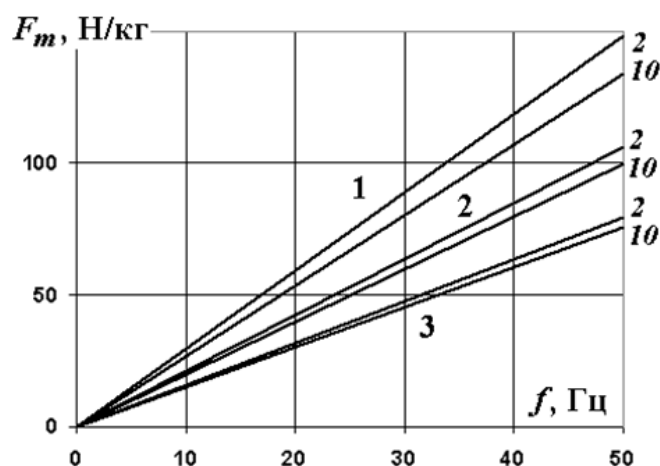


Рис. 1. Расчетные зависимости удельных усилий сепарации для трех групп сплавов при разнй толщине образцов (от 2 до 10 мм)

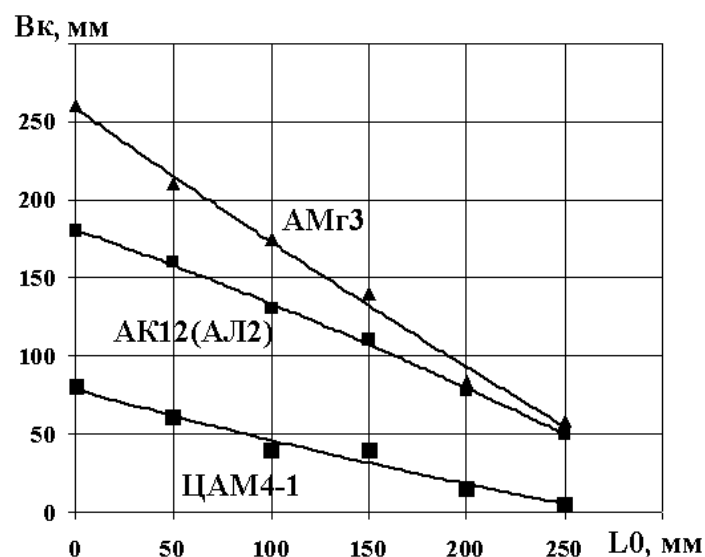


Рис. 2. Отклонения образцов разных сплавов от линии подачи, достигнутые в эксперименте

Результаты расчетов подтверждаются данными экспериментов, представленными на рисунке 2. Реальные образцы сплавов, выбранные из автомобильного лома, отклоняются от линии подачи на расстояния, достаточные для выведения их из потока отходов.

Исследования показывают, что электродинамические сепараторы могут быть применены не только для отделения цветных металлов от неметаллов, но и для индукционной сортировки металлов по видам и маркам сплавов. Например, на рисунках 1–2 видно, что характеристики, полученные для разных сплавов, существенно отличаются, что позволяет обеспечить селективность разделения сплавов. Селективный сбор металлов обеспечивает в дальнейшем возможность получения из вторичного сырья качественных сплавов, в то время как из несортированного лома могут быть получены только литейные сплавы для неответственного применения.

Таким образом, выполненные исследования подтверждают возможность применения электродинамических сепараторов для извлечения алюминиевых включений из дробленого автомобильного лома и показывают возможность селективного сбора цветных металлов по группам и маркам сплавов. Использование таких технологий может существенно улучшить экономические показатели шредерных заводов и системы авторециклинга в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, Р. Л. Европейский опыт авторециклинга для развития системы утилизации отслуживших автомобилей в России // Журнал автомобильных инженеров. – 2012, № 5 (76). – С. 52–57.
2. Петров, Р. Л. Особенности и перспективы утилизации старых автомобилей в России и сравнение с европейской практикой технического регулирования // Журнал автомобильных инженеров. – 2014, № 1 (84) . – С. 44–49.
3. Gesing, A., Wolanski, R. Recycling light metals from end-of-life vehicles // Journal of metals. – 2001, № 11. – P. 21–23.
4. Cui, J., Roven, H. Recycling of automotive aluminium // Transaction of non-ferrous metals society of China. – 2010 (20). – P. 2057–2063.
5. Коняев, А. Ю., Коняев, И. А., Назаров, С. Л. Применение электродинамических сепараторов в технологиях вторичной цветной металлургии // Цветные металлы. – 2012, № 11. – С. 22–26.